

This Page Is Inserted by IFW Operations  
and is not a part of the Official Record

## **BEST AVAILABLE IMAGES**

Defective images within this document are accurate representations of the original documents submitted by the applicant.

Defects in the images may include (but are not limited to):

- BLACK BORDERS
- TEXT CUT OFF AT TOP, BOTTOM OR SIDES
- FADED TEXT
- ILLEGIBLE TEXT
- SKEWED/SLANTED IMAGES
- COLORED PHOTOS
- BLACK OR VERY BLACK AND WHITE DARK PHOTOS
- GRAY SCALE DOCUMENTS

IMAGES ARE BEST AVAILABLE COPY.

**As rescanning documents *will not* correct images,  
please do not report the images to the  
Image Problems Mailbox.**

1/9/1  
DIALOG(R)File 351:Derwent WPI  
(c) 2000 Derwent Info Ltd. All rts. reserv.

011216237     \*\*Image available\*\*  
WPI Acc No: 1997-194162/\*199718\*  
XRPX Acc No: N97-160382

Ind. plant atomisation design system using combined process and control  
model - with model used for control, regulation and/or simulation of  
plant operation

Patent Assignee: SIEMENS AG (SIEI )  
Inventor: FISCHER H; FREITAG H; LOEWEN U; ROSEN R; SONST H; WEHN N  
Number of Countries: 019    Number of Patents: 003  
Patent Family:

| Patent No   | Kind | Date     | Applicat No | Kind | Date     | Week        |
|-------------|------|----------|-------------|------|----------|-------------|
| DE 19639424 | A1   | 19970327 | DE 1039424  | A    | 19960925 | 199718    B |
| WO 9712301  | A1   | 19970403 | WO 96DE1815 | A    | 19960925 | 199719      |
| EP 852759   | A1   | 19980715 | EP 96941579 | A    | 19960925 | 199832      |
|             |      |          | WO 96DE1815 | A    | 19960925 |             |

Priority Applications (No Type Date): DE 1035549 A 19950925  
Cited Patents: 3.Jnl.Ref; US 4965743; WO 9412914

Patent Details:

| Patent No   | Kind | Lan | Pg | Main IPC    | Filing Notes |
|-------------|------|-----|----|-------------|--------------|
| DE 19639424 | A1   |     | 9  | G06F-017/50 |              |
| WO 9712301  | A1   | G   | 23 | G05B-017/02 |              |

Designated States (National): JP US

Designated States (Regional): AT BE CH DE DK ES FI FR GB GR IE IT LU MC  
NL PT SE

EP 852759     A1 G     G05B-017/02    Based on patent WO 9712301  
Designated States (Regional): DE FR GB

Abstract (Basic): DE 19639424 A

The design system uses a combined model defining both the ind.  
process characteristics of the plant and the control engineering  
characteristics. The model is used for control and/or regulation and/or  
simulation of the plant operation for failure analysis.

Pref. the technological specifications are selected and a  
corresponding technical design solution is provided, using a file (11)  
of component types, with a simulation process used for validation.

USE - For preventing discrepancies between external specification  
and supplied design solution for large scale ind. plant.

Dwg.1,2/4

Title Terms: PLANT; ATOMISE; DESIGN; SYSTEM; COMBINATION; PROCESS; CONTROL;  
MODEL; MODEL; CONTROL; REGULATE; SIMULATE; PLANT; OPERATE

Derwent Class: T01; T06

International Patent Class (Main): G05B-017/02; G06F-017/50

International Patent Class (Additional): G05B-023/02

File Segment: EPI

Manual Codes (EPI/S-X): T01-J15X; T06-A; T06-D



①9 BUNDESREPUBLIK  
DEUTSCHLAND



DEUTSCHES  
PATENTAMT

⑫ **Offenlegungsschrift**  
⑩ **DE 196 39 424 A 1**

⑤1 Int. Cl. 6:  
**G 06 F 17/50**

②1 Aktenzeichen: 188 39 424.4  
②2 Anmeldetag: 25. 9. 96  
④3 Offenlegungstag: 27. 3. 97

DE 196 39 424 A 1

③0 Innere Priorität: ③2 ③3 ③1

25.09.95 DE 195355490

⑦1 Anmelder:

Siemens AG, 80333 München, DE

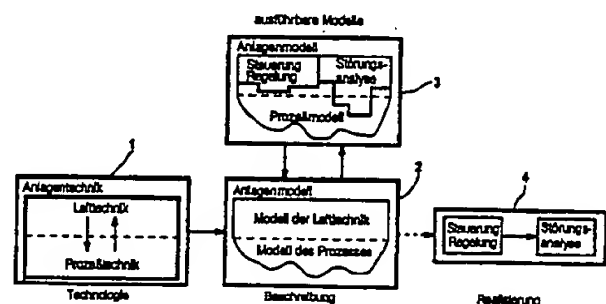
⑦2 Erfinder:

Sonst, Horst, 91093 Heßdorf, DE; Fischer, Horst,  
90475 Nürnberg, DE; Löwen, Ulrich, Dr., 91052  
Erlangen, DE; Freitag, Hartmut, Dr., 91230 Happurg,  
DE; Wehn, Norbert, Dr., 85579 Neubiberg, DE;  
Rosen, Roland, 82211 Herrsching, DE

⑤4 Entwurfsverfahren für die Anlagentechnik und rechnergestütztes Projektierungssystem zur Verwendung bei diesem Verfahren

⑤7 Entwurfsverfahren für die Anlagentechnik und rechnergestütztes Projektierungssystem zur Verwendung bei diesem Verfahren.

Inbesondere für die Automatisierung von Industrieanlagen läßt sich die Technologie der Anlage durch Prozeßtechnik einerseits sowie durch Leittechnik andererseits beschreiben. Gemäß der Erfindung werden aus Modellen des Prozesses und der Leittechnik verfahrenstechnische Objekte gebildet, die in einem rechnergestützten Projektierungssystem verarbeitet werden, woraus ineinander verzahnte Modelle mit Steuerung und/oder Regelung und/oder Simulation einschließlich Störungsanalyse erzeugt werden. Beim zugehörigen Projektierungssystem erfolgt mit einem Rechner (10) gleichermaßen ein Zugriff auf eine Komponentenbibliothek (11) von verfahrenstechnischen Elementen und auf eine Beschreibung (12) der Elemente der konkreten Anlage aus der Sicht eines verfahrenstechnischen Technologen.



DE 196 39 424 A 1

Die folgenden Angaben sind den vom Anmelder eingereichten Unterlagen entnommen

BUNDESDRUCKEREI 01. 97 702 013/698

9/22

## Beschreibung

Entwurfsverfahren für die Anlagentechnik und rechnergestütztes Projektierungssystem zur Verwendung bei diesem Verfahren

Die Erfindung bezieht sich auf ein Entwurfsverfahren für die Anlagentechnik, insbesondere zur Verwendung bei der Automatisierung von Industrieanlagen, wobei die Technologie der Anlage durch Prozeßtechnik einerseits und durch Leittechnik andererseits beschrieben wird. Daneben bezieht sich die Erfindung auch auf ein rechnergestütztes Projektierungssystem zur Verwendung bei diesem Verfahren, enthaltend einen Digitalrechner mit Zentraleinheit, Arbeits-, Programm- und Datenspeichern und mit Mitteln zur Codegenerierung.

Bei der Automatisierung von Industrieanlagen wird bisher im allgemeinen von einer vorgegebenen Prozeßtechnik ausgegangen, zu welcher eine zugehörige Leittechnik entwickelt werden muß, was üblicherweise von einem Elektrotechniker als Projektteur durchgeführt wird.

Eine wesentliche Aufgabe bei der Konzeption der Leittechnik einer Anlage ist zunächst einmal eine Aufgabendefinition, die zusammen mit dem späteren Betreiber der Anlage erfolgen muß. Wesentlich ist dabei die Erstellung einer externen Spezifikation, welche die Anforderungen an die zu projektierende Leittechnik beschreibt. Üblich ist heutzutage, daß dazu ein Technologe mit dem Projektteur zusammenarbeitet. Als Ergebnis entstehen dabei Funktionspläne, d. h. eine Beschreibung der zu lösenden Projektierungsaufgabe aus der Sicht des Elektrotechnikers.

Bei der Umsetzung solcher Funktionspläne in eine weiterverarbeitbare softwaremäßige Lösung gibt es jedoch häufig Probleme, weil Diskrepanzen zwischen externer Spezifikation und der fertigen Lösung entstehen.

Aufgabe der Erfindung ist es daher, die bisher bekannten Entwurfsverfahren für die Anlagentechnik zu verbessern und zugehörige Werkzeuge zu schaffen.

Die Aufgabe wird erfindungsgemäß durch folgende Maßnahmen gelöst:

- Es werden aus Modellen der Prozesse und der Leittechnik verfahrenstechnische Objekte gebildet,
- die verfahrenstechnischen Objekte werden in einem rechnergestützten Projektierungssystem verarbeitet,
- daraus werden ineinander verzahnte Modelle bestehend aus Steuerung und/oder Regelung und/oder Simulation einschließlich Störungsanalyse erzeugt.

Bei der Erfindung ist das Verfahrensergebnis als Software und/oder als Hardware ausführbar. Wesentlich ist, daß zur Beschreibung der Anlage jeweils rechnergestützt die Modelle des Prozesses und der Leittechnik in einem Anlagenmodell zusammengefaßt und daraus automatisiert ineinander verzahnte Modelle erstellt werden.

Im Rahmen der Erfindung werden jeweils anwendungsneutrale Beschreibungsmittel gewählt. Insbesondere kommt es darauf an, die Spezifikation so technologienah zu wählen, daß die verfahrenstechnische Lösung erkennbar ist, wobei die Funktionsbeschreibung der Strukturbeschreibung untergeordnet ist. Solche Spezifikationen können dann formal analysiert und simulativ validiert werden. Damit ist es möglich, unmittelbar aus der Spezifikation einen Code für das im Rahmen des

Projektierungssystem zu verwendende Automatisierungsgesamt zu erzeugen.

Besonders vorteilhaft ist beim erfindungsgemäßen Verfahren, daß die bei der Projektierung entwickelten Modelle anschließend unmittelbar bei der Anlagenrealisierung verwendet werden. Im Ergebnis ergibt sich dadurch ein wesentliches Einsparpotential.

Bei einem geeigneten Projektierungssystem zur Verwendung bei dem erfindungsgemäßen Entwurfsverfahren erfolgt mit dem Digitalrechner gleichermaßen ein Zugriff auf eine Bibliothek von Komponententypen und auf eine Beschreibung der Komponenten der konkreten Anlage. Entscheidend ist dabei, daß für die Benutzung der Komponentenbibliothek die Beschreibung aus der Sicht des verfahrenstechnischen Technologen definiert ist. Vorzugsweise hat die Komponentenbibliothek eine branchenspezifische Auslegung.

Mit dem erfindungsgemäßen Projektierungssystem ist also ein Werkzeug geschaffen, bei dem die Komponententypen aus der Sicht des Technologen definiert sind und ein unmittelbarer Bezug zur Prozeßtechnik besteht.

Die Erfindung wurde beispielhaft im Rahmen der Papiertechnologie untersucht und es wurde ein Demonstrator für eine Altpapieraufbereitung erstellt. Darüber hinaus konnte gezeigt werden, daß die erzielten Ergebnisse auf andere Bereiche der Anlagentechnik verallgemeinerbar sind.

Weitere Einzelheiten und Vorteile der Erfindung ergeben sich aus der nachfolgenden Figurenbeschreibung von Ausführungsbeispielen anhand der Zeichnung. Es zeigen jeweils als Prinzipdarstellung

Fig. 1 das neue Entwurfsverfahren,

Fig. 2 das zugehörige Projektierungssystem,

Fig. 3 der hierarchische Aufbau der dabei als Komponententypen verwendeten verfahrenstechnischen Elemente,

Fig. 4 die Beschreibung einer Anlage mit dem Projektierungssystem,

Fig. 5 die dabei verwendete Methode zur automatischen Codegenerierung und

Fig. 6 das Vorgehen bei der Fehlerdiagnose.

Unter einer Anlage versteht man im allgemeinen die Gesamtheit der Ausrüstungen eines Betriebs, die zur Produktion, zur Fertigung, zur Energieerzeugung und/oder zu Förder- bzw. Transportzwecken erforderlich sind. Im Nachfolgenden werden unter dem Begriff "Industrieanlage" überwiegend Großanlagen wie beispielsweise Kraftwerke, Müllverbrennungsanlagen oder auch Papierfabriken verstanden.

Zur Erstellung einer Anlage müssen unterschiedliche Partner zusammenwirken: Dies ist einmal der Betreiber, dessen Ziel es ist, durch das Anbieten von Dienstleistungen bzw. Produkten ein Ergebnis zu erzielen. Dazu orientiert er sich an den Bedürfnissen des Marktes. Er formuliert seine Ziele mit Hilfe von Begriffen wie Durchsatz, Kosten, Qualität und/oder Produktivität.

Vom Betreiber der künftigen Anlage nehmen üblicherweise Technologen die Anforderungen entgegen und setzen sie um in einen Entwurf für eine Anlagenkonfiguration. Technologen benötigen dabei Wissen über notwendige Verfahrensschritte, da sie für die Auslegung der verschiedenen Anlagenteile zuständig sind. Als Ergebnis erzeugen die Technologen ein Technologieschema, in dem die einzelnen Maschinen, Sensoren, Stellglieder, aber auch Material-, Wirk- und Informationsflüsse festgelegt sind.

Da für gewisse Verfahrensschritte der Anlage Einzel-

Lösungen in Form von Maschinen und Ausrüstungen, die von Komponentenslieferanten angeboten werden, bereits vorhanden sind, ist es zweckmäßig, zwischen Lieferanten für die Prozeßtechnik und Lieferanten für die Leittechnik zu unterscheiden. Üblicherweise erstellen Systemintegratoren aus den einzelnen Komponenten der Komponentenslieferanten die komplette Anlage.

Wesentlich für ein erfolgreiches Entwurfsverfahren sowie die weitere Erstellung bei der Anlagentechnik ist die technologische Kompetenz, welche für die Leittechnik einerseits und für die Prozeßtechnik andererseits maßgebend ist. Die Leittechnik umfaßt dabei alle Einrichtungen, die zum automatischen Betrieb der Anlage notwendig sind. Dazu gehören beispielsweise unter anderem die Aktoren und Sensoren, die Hard- und Software der Automatisierungsebene und die Komponenten der Leit- und Führungstechnik der Anlage. Die eigentliche Prozeßtechnik wird dagegen durch Aggregate, Pumpen, Ventile u. dgl. beschrieben.

In Fig. 1 geht der Block 1 von der bekannten Technologie einer zu projektierenden Anlage aus. Für die Anlagentechnik ist dabei sowohl die Leittechnik als auch die Prozeßtechnik von Bedeutung, welche miteinander in Wechselwirkung stehen. Anhand von Block 2 wird die zugehörige Beschreibung verdeutlicht: Das Anlagenmodell besteht dabei einerseits aus einem Modell der Leittechnik und andererseits aus einem Modell des Prozesses, welche zumindest einmal voneinander zu trennen sind. Im Block 3 sind die ausführbaren Modelle eingetragen, die im einzelnen miteinander verzahnt sind. Dabei verdeutlicht die Verzahnung, daß nunmehr erstmalig die bisher üblichen Abgrenzungen aufgehoben sind. Insbesondere die Teilmodelle greifen jeweils auf solche Informationen, die in anderen Teilmodellen bereits beschrieben sind, zurück. Eine doppelte Beschreibung unterbleibt also, was insbesondere bei einer im allgemeinen immer notwendigen Störungsanalyse Vorteile hat.

Gemäß Fig. 1 sind dem Prozeßmodell entsprechende Einheiten zur Steuerung und/oder Regelung und/oder Simulation einerseits sowie zur Störungsanalyse andererseits zugeordnet. Schließlich umfaßt der Block 4 die spätere Realisierung der Anlage mit entsprechender Störungsanalyse.

Bei der Vorgehensweise entsprechend Fig. 1 ist die Basis des Entwurfsverfahrens eine technologiennahe Beschreibung der Struktur einer Anlage und deren Funktionsweise. Durch die Kombination von Techniken zum Entwurf von Steuerungen und Regelungen, zur Simulation und zur Diagnose wird ein ausführbares Anlagenmodell erstellt, das den Spezifikationen entspricht.

Die Spezifikation für das Anlagenmodell kann anschließend im einzelnen formal analysiert und simulativ validiert werden, d. h. durch Simulationsrechnungen bestätigt werden. Die Simulation erfolgt mit graphischer Unterstützung, um gemeinsam dem Technologen die Aufgabenklärung zu verdeutlichen und ggfs. die Spezifikation zu modifizieren. Die validierte Spezifikation wird dahingehend genutzt, daß daraus weitestgehend automatisch ein Code für Automatisierungssysteme erzeugt werden kann, was im einzelnen in der europäischen Patentveröffentlichung EP-A-0 671 027 für spezifische Anwendungszwecke bei der Bahntechnik beschrieben ist.

Ein System zur Verwendung bei einer Vorgehensweise gemäß Fig. 1 beinhaltet eine technologiennahe Beschreibung der betreffenden Anlage. Dabei setzt sich die konkrete Anlage zusammen aus Objekten der Komponentenbibliothek und wird so auf die abzubildende

Anlage über Parameter und Wechselbeziehungen eingestellt. Wichtig ist, daß die Komponententypen aus der Sicht des Technologen definiert wurden, so daß nunmehr ein unmittelbarer Bezug zur Prozeßtechnik möglich ist. Für die einzelnen Komponententypen wird die Struktur gemeinsam für alle Anteile der Entwurfsverfahren und das Verhalten unter den Aspekten Steuerung und Regelung, Prozesssimulation und Störungsanalyse spezifiziert. Die Komponenten der konkreten Anlage erhält man daraus durch Instanziierung der Komponententypen.

In Fig. 2 kennzeichnet 10 einen üblichen Digitalrechner mit Zentraleinheit 101, Eingabeinheit 102 und Monitor 103. Die Zentraleinheit 101 beinhaltet u. a. Arbeits-, Programm- und Datenspeicher, die nicht im einzelnen dargestellt sind. Wesentlich ist im vorliegenden Zusammenhang, daß im Datenspeicher eine Komponententypbibliothek 11 von verfahrenstechnischen Elementen vorhanden ist, die sich zu komplexeren Objekten kombinieren lassen. Letzteres ist in Fig. 2 durch den separaten Block 11, der mit der Zentraleinheit 101 bzw. dem Monitor 103 verbunden ist, angedeutet. Durch Instanziierung einzelner Elemente lassen sich im Bereich 11' solche Objekte als Modelle bilden und unmittelbar auf dem Monitor 103 darstellen.

In Fig. 3 ist verdeutlicht, daß die Komponentenbibliothek 12 einen hierarchischen Aufbau hat. Beispielsweise sind in einer untersten Ebene 111 Sensoren und Aktoren vorhanden und in der nächsten Ebene 112 Ventile und Motoren als sog. Typicals. In den darüberliegenden Ebenen 113 bis 116 folgen komplexere Komponenten sowie Teilanlagen, Anlagen und die Fabrik als komplette Industrieanlage. Solche Objekte können vom Benutzer unmittelbar abgerufen werden.

In Fig. 4 stellt Block 11 eine solche Komponentenbibliothek dar, die branchenspezifisch strukturiert ist, und Block 12 eine zugehörige zu projektierende Industrieanlage. Die Beschreibung der konkreten Anlage 12 entsprechend der Vorgehensweise gemäß Fig. 1 erfolgt durch Instanziierung der Komponenten aus der Komponentenbibliothek 11. Durch Hinzufügen der Parameterwerte mit entsprechenden Wechselbeziehungen der Anlage 12 läßt sich die Beschreibung selbst realisieren. Durch die Berücksichtigung der Anlagenstruktur wird dabei für die einzelnen Anteile des Entwurfsverfahrens das globale Verhalten der Anlage aus den lokalen Beschreibungen automatisch konstruiert.

Die Codegenerierung für die Steuerung und Regelung einer zu projektierenden Anlage kann entweder unmittelbar auf der Beschreibung der Anlage aufsetzen oder alternativ auf dem ausführbaren Modell der Steuerung und Regelung basieren. Gemäß letzterer Alternative ist es dafür erforderlich, daß die Steuerungs- und Regelungsvorgänge explizit deterministisch beschrieben sind. Es wird in diesem Fall von einer alternativen Codegenerierung gesprochen.

Die alternative Codegenerierung nutzt gewisse Phasen eines bekannten CSL-Compilers, in dem sie nicht auf der bekannten Sprache CSL, sondern auf der Sprache SCSL aufsetzt. Es wird dabei nicht der volle Umfang der Sprache SCSL von der alternativen Codegenerierung berücksichtigt. Hierzu ist in Fig. 5 ein sogenannter CSL-Compiler 30 dargestellt, dem aus Fig. 1 bis Fig. 4 die Blöcke der Komponentenbibliothek 11 und des konkreten Anlagenaufbaus 12 zugeordnet sind. Der CSL-Compiler 30 besteht aus den Einheiten 31 für die Instanziierung, 32 für die sogenannte Expansion, 33 für die Codierung und 34 für das Gleichungslösen, mit denen

ein Automat 40 generiert wird. Bei der alternativen Cod degenerierung wird an der Einheit 32 abgegriffen und über die SCSL-Sprache in der Einheit 36 zur Cod degenerierung der tatsächliche Code realisiert.

Bei der Sprache SCSL wird also vom CSL-Compiler 30 ein Zwischenergebnis ausgenutzt, das nach der Expansion erzeugt wird. Als Zielsprache wird bei der Cod degenerierung ein zielmaschinenunabhängiger Zwischencode erzeugt, der der Norm IEEC 1131-3 entspricht.

Das an den Prinzipschaubildern gemäß Fig. 1 und 3 erläuterte Verfahren geht aus von Verfahren zur Beschreibung und Analyse zustandsähnlicher Systeme. Dieses Verfahren ermöglicht die Konstruktion der Steuerung und Regelung einer hierarchisch aufgebauten Anlage aus der Strukturbeschreibung und der Beschreibung lokaler Steuerungs- und Regelungsvorgänge. Damit werden die Inkonsistenzen zwischen den unterschiedlichen lokalen Anforderungen automatisch aufgedeckt. Die Regelungsaufgaben sind dagegen weitgehend entkoppelt, so daß eine Trennung in analoge und diskrete Zusammenhänge möglich ist.

Für eine simulative Validation der Steuerungs- und Regelungsvorgänge wird das Verhalten von Prozeß, Sensorik und Aktorik in Form eines Simulationsmodells beschrieben. Das Gesamtverhalten der Anlage wird auch hier durch eine Kombination lokaler Modelle unter Berücksichtigung der Strukturbeschreibung konstruiert. Für die Validation des Diagnoseanteils werden zusätzlich mögliche Fehlerfälle von Komponenten modelliert.

Zur Analyse von Störungen, die durch Anlagenfehler hervorgerufen werden, lassen sich Verfahren der modellbasierten Diagnose verwenden. Dafür wird die Kombination lokaler Modelle des Normal- und Fehlverhaltens von Komponenten entsprechend der Anlagenstruktur zur Erkennung und Identifikation von Fehlern benutzt. Für eine engere Integration von Steuerungsentwurf und Diagnosetechnik sind Konzepte zur Fehlererkennung durch die Steuerung und Analyse des Steuerungszustandes bekannt.

Aus Fig. 6 ergibt sich im wesentlichen selbsterklärender Weise, wie die Diagnose durch Finden und Analyse von Diskrepanzen erfolgen kann. Dabei wird davon ausgegangen, daß die Erkennung des Zielverhaltens eines technischen Systems die Bestimmung plausibler Erläuterungen für das beobachtete Fehlverhalten, d. h. die Diagnose, für die Wiederherstellung seiner ursprünglichen Funktion entscheidend ist. Die Diagnose setzt dabei das Wissen über das normale erwartete Verhalten des Systems voraus.

Bei der modellbasierten Diagnose gemäß Fig. 4 wird von einem expliziten Modell des zu diagnostizierenden Systems ausgegangen. Dies Modell umfaßt eine Beschreibung der Struktur des Systems, d. h. der Komponenten und ihrer Verbindungen, sowie lokale, d. h. kontextfreie Beschreibungen des Verhaltens einzelner Komponenten. Es werden im wesentlichen qualitative Modelle verwendet, um den Modellierungsprozeß zu vereinfachen.

Auf der Basis einer solchen Systembeschreibung wird unter der Annahme, daß jede Komponente sich korrekt verhält, das Verhalten des Gesamtsystems vorhergesagt und dabei protokolliert, von welchen Korrektheitsannahmen bestimmte Aspekte dieses Verhaltens abhängen. Treten Diskrepanzen zwischen vorhergesagtem und beobachtetem Verhalten auf, werden die protokollierten Abhängigkeiten verwendet, um die Mengen von

Korrekturannahmen zu identifizieren, die für die Diskrepanzen verantwortlich ist. Diese Mengen von inkonsistenten Annahmen werden auch Konflikte genannt. Um alle Konflikte aufzulösen, muß eine Diagnose mindestens eine Annahme aus jedem Konflikt zurückziehen. Auf diese Weise erhält man im allgemeinen mehrere Diagnosen, die sich durch genauere Modelle und zusätzliche Beobachtungen weiter modifizieren lassen.

## Patentansprüche

1. Entwurfsverfahren für die Anlagentechnik, insbesondere zur Verwendung bei der Automatisierung von Industrieanlagen, wobei die Technologie der Anlage durch Prozeßtechnik einerseits und durch Leittechnik andererseits beschrieben wird, gekennzeichnet durch folgende Maßnahmen:

- Es werden aus Modellen der Prozesse und der Leittechnik verfahrenstechnische Objekte gebildet,
- die verfahrenstechnischen Objekte werden in einem rechnergestütztem Projektierungssystem verarbeitet,
- daraus werden ineinander verzahnte Modelle bestehend aus Steuerung und/oder Regelung und/oder Simulation einschließlich Störungsanalyse erzeugt.

2. Verfahren nach Anspruch 1, dadurch gekennzeichnet, daß das Verfahrensergebnis als Software und/oder als Hardware realisierbar ist.

3. Verfahren nach Anspruch 1, wobei eine externe Spezifikation vorgegeben ist, dadurch gekennzeichnet, daß die Spezifikation technologienah gewählt wird, so daß sich solche verfahrenstechnische Objekte ergeben, bei denen die Funktionsbeschreibung der Strukturbeschreibung untergeordnet ist.

4. Verfahren nach Anspruch 3, dadurch gekennzeichnet, daß die Spezifikation formal analysiert und simulativ validiert wird.

5. Verfahren nach Anspruch 4, dadurch gekennzeichnet, daß aus der Spezifikation ein zielmaschinenneutraler Code für Automatisierungssysteme erzeugt wird.

6. Verfahren nach Anspruch 1, dadurch gekennzeichnet, daß zur Benutzungsanalyse eine modellbasierte Diagnose durchgeführt wird.

7. Verfahren nach Anspruch 6, dadurch gekennzeichnet, daß bei der modellbasierten Diagnose eine Kombination lokaler Modelle angewandt wird.

8. Verfahren nach Anspruch 6 und 7, dadurch gekennzeichnet, daß bei Störungen, die durch Anlagenfehler hervorgerufen werden, Modelle des Normal- und Fehlverhaltens von Komponenten entsprechend der Anlagenstruktur herangezogen werden.

9. Verfahren nach Anspruch 8, dadurch gekennzeichnet, daß die Diagnosetechniken in den Anlagenentwurf integriert sind.

10. Rechnergestütztes Projektierungssystem zur Durchführung des Verfahrens nach Anspruch 1 oder einem der Ansprüche 2 bis 9, enthaltend einen Digitalrechner mit Zentraleinheit, Arbeits-, Programm- und Datenspeichern und mit Mitteln zur Cod degenerierung, dadurch gekennzeichnet, daß mit dem Digitalrechner (10) gleichermaßen ein Zugriff auf eine Bibliothek (11) von verfahrenstechnischen Komponententypen und auf eine Beschreibung (13) der Elemente der konkreten Anlage (12)

erfolgt.

11. Projektierungssystem nach Anspruch 10, dadurch gekennzeichnet, daß die Komponentenbibliothek (11) Bestandteil des Datenspeichers ist.

12. Projektierungssystem nach Anspruch 11, dadurch gekennzeichnet, daß die verfahrenstechnischen Komponententypen einen hierarchischen Aufbau bilden.

13. Projektierungssystem nach Anspruch 10, dadurch gekennzeichnet, daß die Bibliothek (11) der verfahrenstechnischen Komponententypen eine branchenspezifische Ausprägung hat.

14. Projektierungssystem nach Anspruch 10, dadurch gekennzeichnet, daß die verfahrenstechnischen Komponententypen aus der Sicht eines Technologen definiert sind und ein unmittelbarer Bezug zur Prozeßtechnik besteht.

15. Projektierungssystem nach Anspruch 14, dadurch gekennzeichnet, daß das Verhalten der verfahrenstechnischen Komponententypen hinsichtlich Steuerung und/oder Regelung, Prozeßsimulation und Störungsanalyse spezifiziert ist.

16. Projektierungssystem nach Anspruch 10, dadurch gekennzeichnet, daß für eine konkrete Anlage (12) durch Instanziierung der Verfahrenstechnischen Komponententypen der Anlagenaufbau realisiert ist.

17. Projektierungssystem nach Anspruch 10, dadurch gekennzeichnet, daß die Mittel zur Codegenerierung im Programmspeicher des Rechners geladen sind und automatisiert arbeiten.

18. Projektierungssystem nach Anspruch 17, dadurch gekennzeichnet, daß ein CSL-Compiler (30) vorhanden ist, der zur Codegenerierung genutzt wird.

Hierzu 4 Seite(n) Zeichnungen

40

45

50

55

60

65

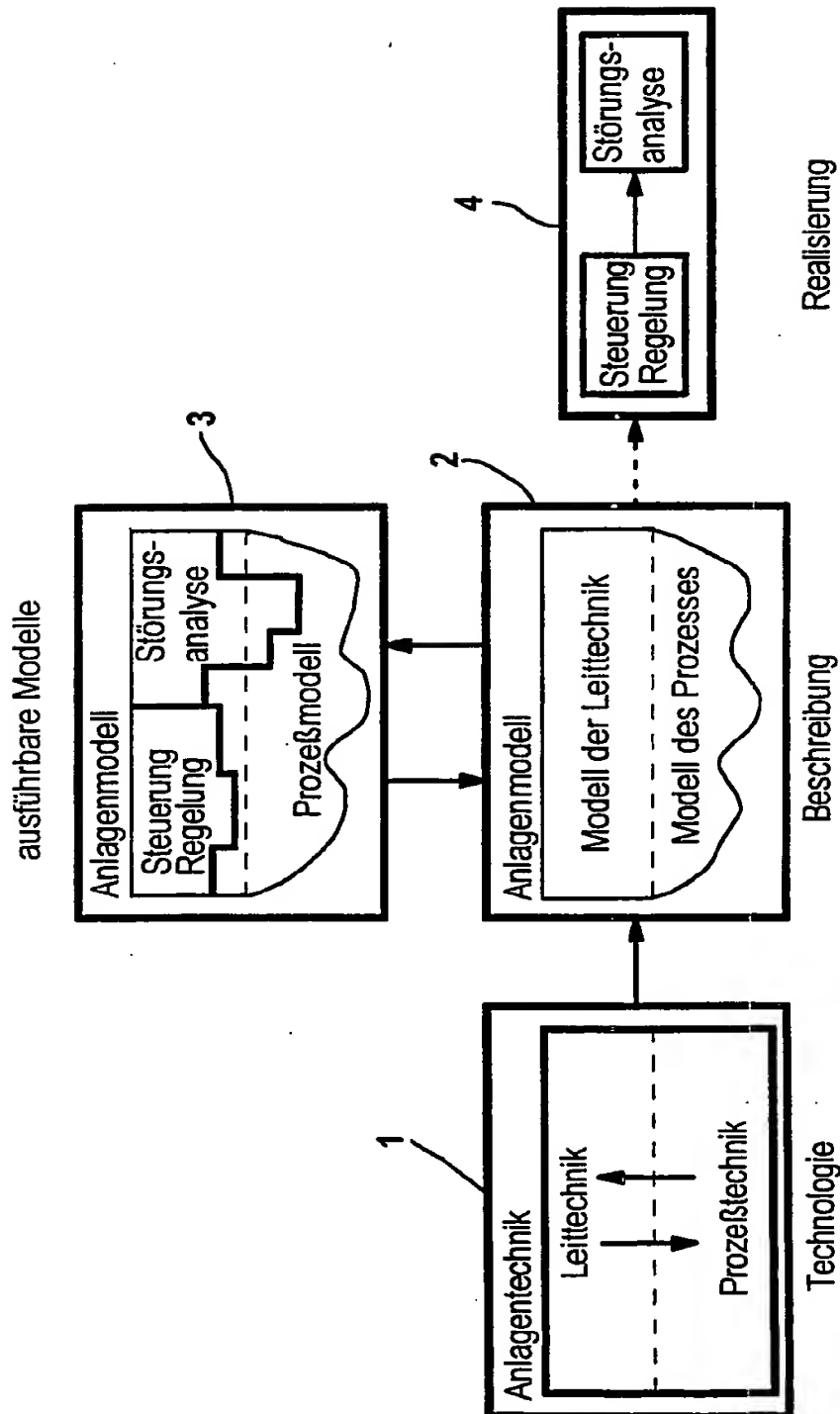


FIG 1



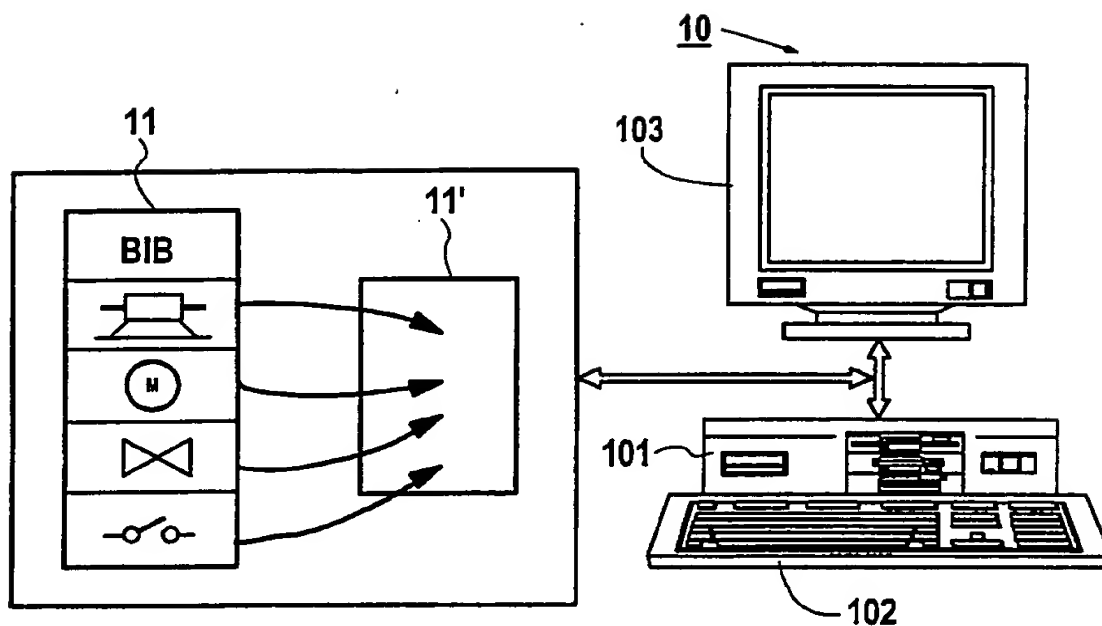


FIG 2

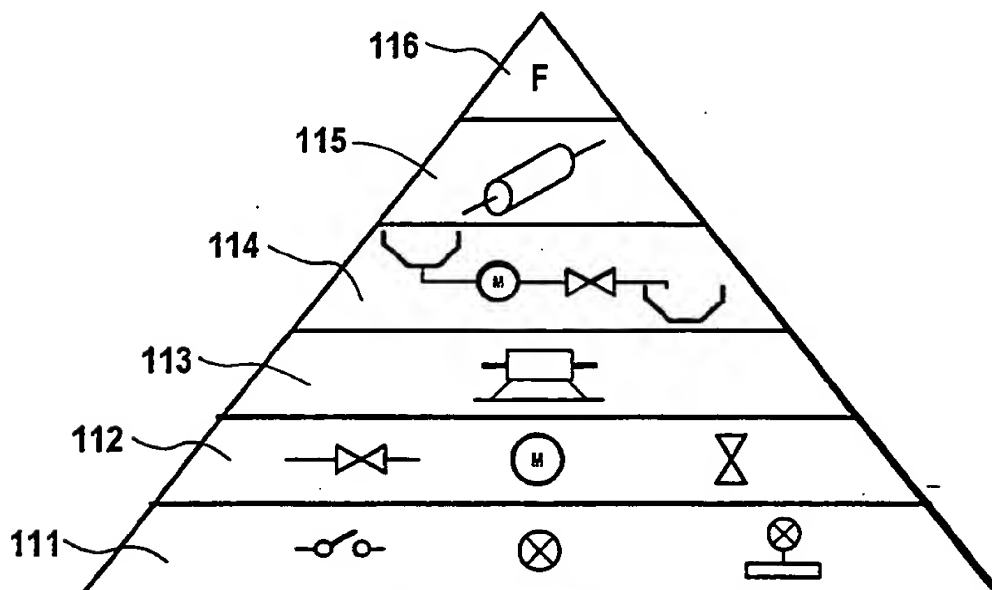


FIG 3

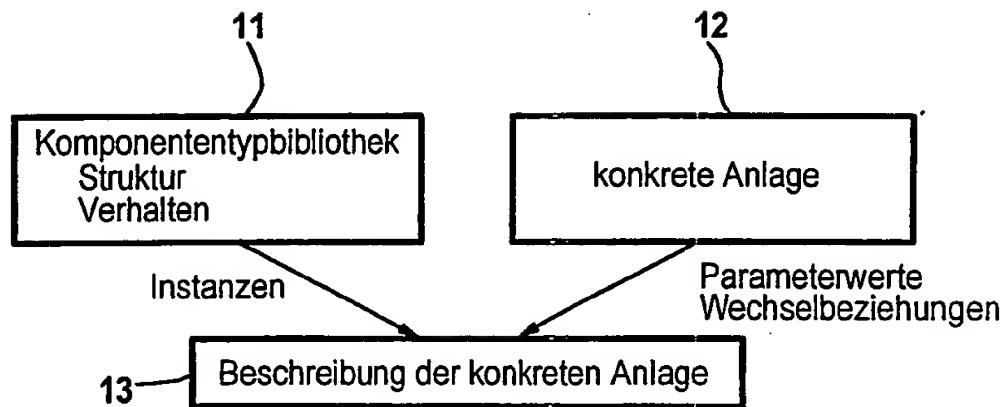


FIG 4

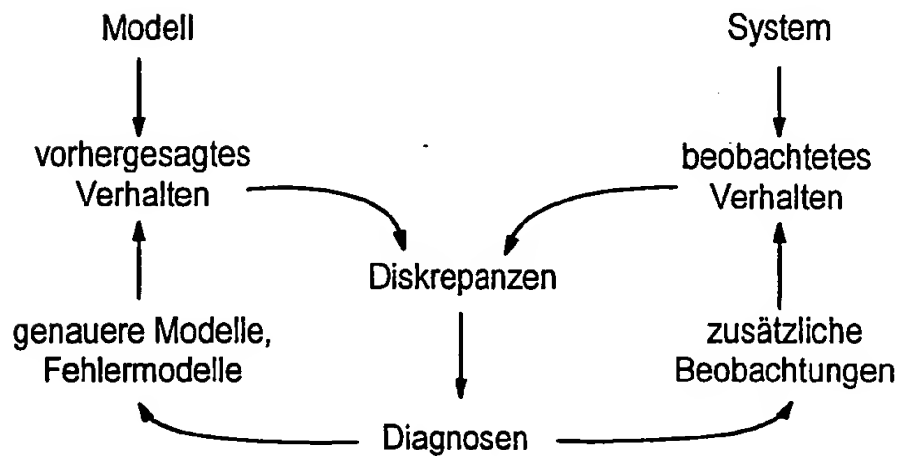


FIG 6

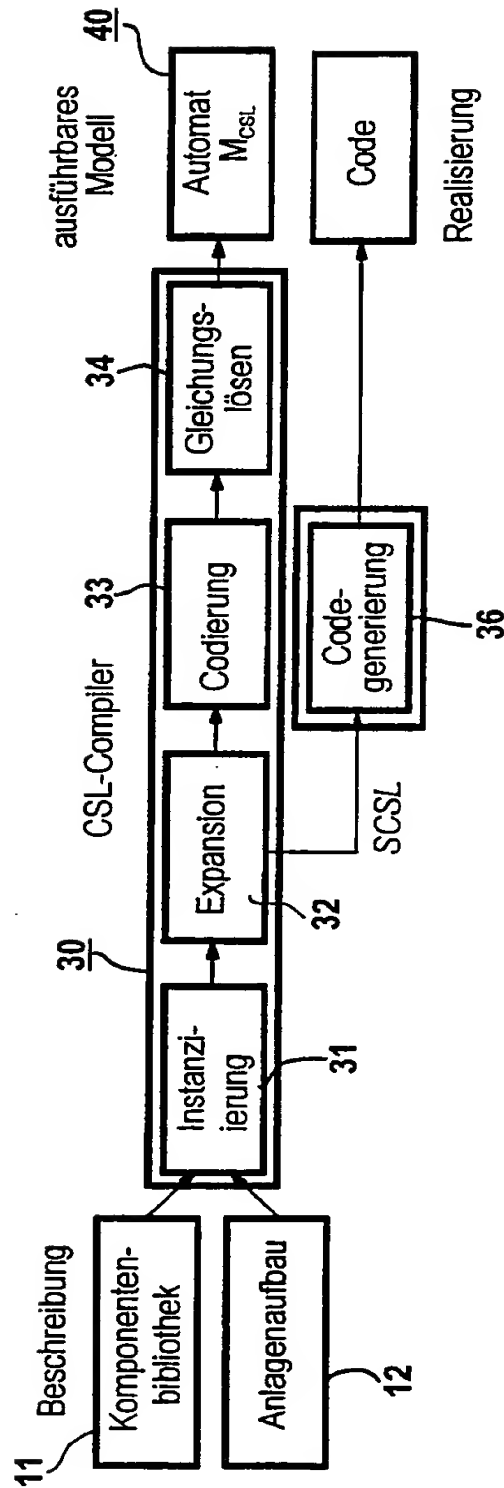


FIG 5